

Correlação entre habilidade de resolução de problemas e desempenho em disciplina introdutória de programação

Jhonatas Costa Oliveira¹, Leandro S. G. Carvalho¹, Elaine H. T. Oliveira¹,
David B. F. Oliveira¹, Filipe Dwan Pereira²

¹Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Av. Gen. Rodrigo Octávio 6200 – Coroado I – CEP 69080-900 – Manaus – AM – Brasil

²Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Av. Cap. Ene Garcês 2413 – Aeroporto – CEP 69310-000 – Boa Vista – RR – Brasil

{jco,galvao,elaine,david}@icompu.fam.br

Resumo. Este trabalho tem por objetivo replicar o estudo realizado por [Lishinski et al. 2016] que correlaciona a nota de um questionário de Resolução de Problemas com a nota obtida pelo aluno ao final do período letivo, ao qual cursou uma disciplina de Introdução à Programação de Computadores. Para alcançar o objetivo, o questionário foi traduzido e validado, para ser aplicado ao contexto local. Como resultado, observou-se que as correlações foram antagonistas ao estudo realizado no exterior, podendo ter por justificativa as condições adversas e atípicas proporcionadas pelo ensino remoto.

Abstract. This paper aims to replicate the study carried out by [Lishinski et al. 2016] that correlates the score of a Problem Solving questionnaire with the score obtained by the student at the end of the academic period of Computer Science 1 (CS1) course. To achieve the goal, the questionnaire was translated and validated, to be applied to the local context. As a result, the correlations were antagonistic to the study carried out abroad, which may be justified by the adverse and atypical conditions provided by remote teaching.

1. Introdução

Segundo [Holyoak 1990], a habilidade de resolver problemas é uma das manifestações mais importantes do pensamento humano. [Vianna 2002] afirma: "uma coisa que desconheço não é, para mim, um problema. Para que eu possa pensar em uma situação como problemática eu preciso ter consciência dela, preciso ter a necessidade de responder às questões... eu preciso saber!". [Onuchic 2019] aborda o movimento Resolução de Problemas como uma abordagem metodológica que deu-se início na primeira metade do século XX.

A resolução de problemas está relacionada ao uso de métodos e estratégias que possam ser dispostas em um plano de solução para resolver uma questão específica [Martinez 1998]. [Pólya and Conway 1910] descrevem em seu livro quatro etapas a serem seguidas para a solução de um problema, são elas: i) compreensão do problema, ii) estabelecimento de um plano, iii) execução do plano e iv) retrospecto.

[Araújo et al. 2015] citam que não basta ensinar as teorias e conceitos presentes no currículo escolar, mas também a como interpretar e escrever códigos. A justificativa

dada por [Araújo et al. 2015] é que a complexidade dos problemas enfrentados pela sociedade demanda conhecimento sobre raciocínio lógico e matemático, o que por sua vez é alavancado com a aprendizagem de programação. Dessa forma, sugere-se uma correlação potencial entre a habilidade de resolver problemas e o conhecimento em programação.

Perante o exposto, trabalhos são realizados para analisar a correlação entre a habilidade de resolução de problemas e um bom desempenho em disciplinas de programação introdutória. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi replicar o questionário de Resolução de Problemas proposto por [Lishinski et al. 2016]. Em outras palavras, usou-se o questionário em um novo contexto educacional, com idioma e metodologia diferentes do que foi usado pelos autores originais do questionário. Com efeito, uma adaptação foi necessária, a qual foi realizada em conformidade com a metodologia de [Parker et al. 2016], que é sugerida pela literatura para casos de replicação desses instrumentos.

Para apresentar a adaptação e replicação proposta, o presente artigo foi dividido em seis seções. A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados que dão base a esse estudo. A Seção 3 descreve a metodologia seguida para replicação, validação e aplicação do questionário. A Seção 4 apresenta os resultados e a análise de correlação. A Seção 5 apresenta as limitações do trabalho e a Seção 6 apresenta a conclusão do estudo.

2. Referencial teórico

Programação consiste no processo de codificar uma solução para um dado problema, em uma linguagem formal, com vocabulário restrito, cujas instruções devem ser unívocas. Tal solução é então compilada e executada por um computador. Diante disso, nessa seção serão apresentados estudos que analisam a correlação entre a habilidade de resolução de problemas com um bom desempenho em disciplinas de programação.

O estudo realizado por [Lishinski et al. 2016], que direcionou a presente pesquisa, desenvolveu um questionário com questões retiradas do *Programme for International Student Assessment (PISA)*¹. O PISA avalia em escala internacional o nível educacional de jovens de 15 anos por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências [Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) 2005]. Para analisar a relação entre a habilidade de resolução de problemas e o desempenho em disciplinas de programação, [Lishinski et al. 2016] avaliaram a correlação [linear/monotônica - Pearson/Spearman] entre as notas do questionário e as notas obtidas pelos alunos em uma disciplina de programação introdutória. De modo semelhante, [Veerasingam et al. 2019] conduziram estudos para realizar a mesma análise.

O estudo de [Lishinski et al. 2016] descobriu que as pontuações obtidas em questionários de resolução de problemas que são respondidos por alunos no início de disciplinas CS1 têm alta correlação com o desempenho dos alunos nessas disciplinas. Porém os resultados só se aplicam nos exames de programação, e não nos resultados dos exames de múltipla escolha.

3. Metodologia

Para atingir os objetivos deste trabalho, combinamos a metodologia utilizada por [Parker et al. 2016] para replicação de questionários de conhecimento com a meto-

¹https://nces.ed.gov/surveys/pisa/pdf/items_solving.pdf

dologia utilizada por [Lishinski et al. 2016], para verificar a influência da prova de resolução de problemas do PISA sobre o desempenho de alunos em disciplinas básicas de programação.

3.1. O questionário

Do teste PISA de 2003, com foco em matemática, foram liberados ao público dez grupos de questões de Resolução de Problemas. Dos dez grupos, quatro foram utilizados por [Lishinski et al. 2016] para a criação do questionário. Dos grupos utilizados, dois são de análise e projeto de sistema, um de tomada de decisão e outro de solução de problemas. A escolha foi baseada no nível de dificuldade e relevância do problema, que foram identificadas calculando a porcentagem dos alunos que responderam corretamente aos itens no teste do PISA 2003. Os quatro grupos perfazem em um total de 10 questões, sendo assim atribuído peso 1 para cada uma. Um exemplo de questão está disposto na Figura 1.

Questão 3.2:

Michel percebe que, quando as comportas estão na configuração da Tabela 1, a água não chega a lugar algum. Isso indica que pelo menos **uma das comportas** que deveriam estar configurada como 'aberta' na verdade está travada. Determine, para cada caso abaixo, se a água irá fluir até a saída.

Tabela 1: Configuração das comportas.							
A	B	C	D	E	F	G	H
Aberta	Fechada	Aberta	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	Aberta

Figura 1: Um sistema de canais de irrigação

(Vista superior do sistema)

- A comporta A está travada. Todas as outras comportas estão funcionando conforme a configuração da Tabela 1. A água chegará a saída?
- A comporta D está travada. Todas as outras comportas estão funcionando conforme a configuração da Tabela 1. A água chegará a saída?
- A comporta F está travada. Todas as outras comportas estão funcionando conforme a configuração da Tabela 1. A água chegará a saída?

a) Não chegará, Chegará, Chegará

b) Não chegará, Chegará, Não chegará

c) Chegará, Não chegará, Não chegará

d) Não chegará, Não Chegará, Chegará

Figura 1. Item do questionário: Irrigação

3.2. Replicação do questionário

Baseado na metodologia de [Parker et al. 2016], a minuta do questionário foi traduzida da Língua Inglesa para a Língua Portuguesa e posteriormente validada pelo método de entrevistas Think-Aloud. O método das entrevistas consiste em o entrevistado responder ao questionário e ao mesmo tempo compartilhar em voz alta o seu pensamento e estratégias para responder às questões. Assim, o método disponibiliza ao entrevistador os pontos a serem corrigidos nas questões apresentadas.

O primeiro processo de entrevistas, para a replicação do questionário, contou com a participação de um voluntário fluente em ambas as línguas (pt-BR / en-US), que revisou a tradução e apontou mudanças necessárias. Após as correções, tornou-se válida a aplicação dos passos seguintes.

Em seguida, a minuta do questionário foi aplicada a uma turma teste, contendo 30 alunos, com o objetivo de transformar as questões discursivas em questões objetivas, para facilitar a correção. Com base nas respostas dadas pelos alunos, foram encontrados padrões para construção das alternativas incorretas. Após a mudança das questões discursivas para objetivas, a minuta pôde seguir os passos devidos para a replicação.

Os processos decorrentes contaram com 03 sessões de entrevistas: a primeira sessão contou com a participação de 08 voluntários, todos cursando a partir do 3º período dos cursos de Engenharia de Software e Ciência da Computação. O grupo foi dividido em duas partes e cada aluno obteve duas questões da minuta para responderem, totalizando quatro questões na minuta. Após a primeira parte, a minuta passou por correções apontadas e observadas nas entrevistas, assim concedendo a segunda sessão de entrevistas, que contou com a participação de 4 voluntários, e seguiram os mesmos passos da primeira sessão.

O terceiro e último processo de entrevistas contou com a participação de dois voluntários, em que cada um respondeu a duas questões. Encerrando o processo de entrevistas, ajustes foram feitos na minuta, e o questionário tornou-se validado para aplicação em grande escala.

3.3. Aplicação do questionário

Depois da validação, o questionário foi implantado em uma plataforma de juiz online utilizada pelos alunos para realizar as atividades de programação (exercícios e avaliações). O questionário foi disponibilizado na segunda semana de aulas do período letivo de 2020/1, iniciado em março de 2021 por conta da pandemia de COVID-19. Apesar de ter visualização obrigatória, o estudante podia optar por não responder o questionário.

3.4. Análise de dados

Para a análise de dados, foram atribuídas pontuações iguais às dez questões do questionário. Para analisar a correlação, foram utilizadas as notas dos exames parciais e a nota final do curso de IPC ofertado na Universidade Federal do Amazonas [Pereira et al. 2020, Pereira et al. 2021]. Para evitar a obliquidade nas estimativas dos coeficientes, foram excluídos da amostra os alunos que obtiveram nota 0 (zero) no questionário e/ou obtiveram nota 0 (zero) nos três primeiros exames, sendo considerado como desistência do aluno.

4. Resultados

Inicialmente a amostra contou com a participação de 90 alunos que, após a remoção dos considerados desistentes, restou-se um total de 55 alunos. Após a aplicação do teste de Shapiro-Wilk, pode-se observar que as notas do questionário e dos exames parciais desviaram-se significativamente da normalidade. No estudo de [Lishinski et al. 2016] as notas também obtiveram desvio da normalidade, que por vez foram modificadas por meio da transformação de raiz quadrada, para utilizar a correlação de Pearson.

Neste estudo, após a transformação de raiz quadrada, as notas prosseguiram desviando significativamente da normalidade, assim como no estudo de [Veerasamy et al. 2019], o que direcionou ao uso da correlação de Spearman.

O coeficiente de correlação de postos de Spearman foi calculado entre as notas do questionário com as notas parciais e a nota final obtida pelos alunos na matéria de IPC. Os resultados das correlações estão dispostos na Tabela 1. Todos os valores de r próximos a zero, indicando que existe uma correlação fraca entre as variáveis.

Nesse sentido, observa-se que nossos resultados contradizem o achado de [Lishinski et al. 2016], em que os autores observaram uma correlação moderada ($r =$

Tabela 1. Correlações entre as avaliações parciais e o questionário de resolução de problemas.

	Correlação	p-value
nota 1	0,18	0,16
nota 2	0,13	0,33
nota 3	0,23	0,08
nota 4	0,24	0,06
nota 5	0,20	0,14
nota 6	0,06	0,65
nota 7	0,05	0,67
nota 8	0,07	0,59
média das notas	0,07	0,58

0,4099) entre as notas de programação de resposta construída e o desempenho dos alunos no questionário. Uma possível justificativa é que [Lishinski et al. 2016] pode ter encontrado condições favoráveis para esse resultado, como aulas presenciais e um melhor acompanhamento dos alunos no ato de responder ao seu questionário, o que proporcionaria uma amostra mais consolidada.

5. Limitações

Quanto às limitações, por ter se tratado de um estudo realizado em um período pandêmico, onde se fez uso do ensino remoto, o controle e monitoramento dos alunos contra o plágio tornou-se dispendioso. Outra limitação encontrada faz referência à falta de controle em relação ao interesse do aluno em responder com afinco o questionário, uma vez que a nota não somaria em sua média final na disciplina.

6. Conclusão

Neste estudo, replicamos um questionário como um preditor para identificação precoce de alunos que podem encontrar dificuldades em relação à resolução de problemas na disciplina de IPC. Após as análises de correlação, foi possível observar que diferente do estudo realizado por [Lishinski et al. 2016], não encontramos correlação significativa para validar o questionário como um bom preditor para a identificação precoce. Tal ocorrido pode ser justificado por diversos acontecimentos, sendo a pandemia de COVID-19 a mais provável, por proporcionar condições sem precedentes aos alunos que participaram do estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio e financiamento prestado pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM por meio do Edital 081/2019 – PROPESP/UFAM, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Além disso, esta pesquisa, realizada no âmbito do Projeto Samsung-UFAM de Ensino e Pesquisa (SUPER), de acordo com o artigo 48 do Decreto no 6.008/2006 (SUFRAMA), foi parcialmente financiada pela Samsung Electronics da Amazônia Ltda., nos termos de Lei Federal no 8.387/1991, mediante contrato 001/2020, firmado com a Universidade Federal do Amazonas e a FAEPI, Brasil. Contamos também com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (Processo 308513/2020-7).

Referências

- Araújo, D., Rodrigues, A., Silva, C., and Soares, L. (2015). O ensino de computação na educação básica apoiado por problemas: Práticas de licenciandos em computação. In *Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 130–139, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Holyoak, K. J. (1990). Problem solving. *Thinking: An invitation to cognitive science*, 3:117–146.
- Lishinski, A., Yadav, A., Enbody, R., and Good, J. (2016). The influence of problem solving abilities on students' performance on different assessment tasks in cs1. In *Proceedings of the 47th ACM technical symposium on computing science education*, pages 329–334.
- Martinez, M. E. (1998). What is problem solving? *The Phi Delta Kappan*, 79(8):605–609.
- Onuchic, L. d. I. R. (2019). *Resolução de problemas: teoria e prática*. Paco Editorial.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2005). PISA 2003 technical report. Disponível em <http://www.oecd.org/education/school/programme-for-international-student-assessment-pisa/35188570.pdf> (fev/2021).
- Parker, M. C., Guzdial, M., and Engleman, S. (2016). Replication, validation, and use of a language independent cs1 knowledge assessment. In *Proceedings of the 2016 ACM conference on international computing education research*, pages 93–101.
- Pereira, F. D., Fonseca, S. C., Oliveira, E. H., Cristea, A. I., Bellhäuser, H., Rodrigues, L., Oliveira, D. B., Isotani, S., and Carvalho, L. S. (2021). Explaining individual and collective programming students' behaviour by interpreting a black-box predictive model. *IEEE Access*.
- Pereira, F. D., Oliveira, E. H., Oliveira, D. B., Cristea, A. I., Carvalho, L. S., Fonseca, S. C., Toda, A., and Isotani, S. (2020). Using learning analytics in the amazonas: understanding students' behaviour in introductory programming. *British Journal of Educational Technology*.
- Pólya, G. and Conway, J. H. (1910). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press Princeton.
- Veerasingam, A. K., D'Souza, D., Lindén, R., and Laakso, M.-J. (2019). Relationship between perceived problem-solving skills and academic performance of novice learners in introductory programming courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(2):246–255.
- Vianna, C. R. (2002). Resolução de problemas. *Temas em educação I: Livro das jornadas*, pages 401–410.